

J. VOHELLE

La Conservation des aliments

ENCYCLOPÉDIE DES CONNAISSANCES AGRICOLES

HACHETTE

ENCYCLOPÉDIE DES CONNAISSANCES AGRICOLES

La Conservation des Aliments

E1.807
12
(3)



COUVERTURE *Photo J. Vochelle*

© *Librairie Hachette, 1965.*
Tous droits de traduction, de reproduction
et d'adaptation réservés pour tous pays.

INTRODUCTION

L'utilité de la conservation des aliments n'est plus à démontrer.

Il est évident que les périodes de grosse production amènent sur les marchés d'énormes quantités de matières alimentaires qu'il est impossible de consommer immédiatement; par contre l'hiver est essentiellement une période déficitaire notamment en légumes frais.

L'idée de faire des provisions pour l'hiver ou de mettre en réserve des aliments temporairement excédentaires, ne peut être mise en application que si l'on peut en assurer une bonne conservation : telle est l'utilité des procédés mis en œuvre par les usines spécialisées comme par les ménagères, avec des moyens plus modestes bien entendu.

Mais les principes sont les mêmes et si les industriels les connaissent bien car ils sont tenus d'assurer une fabrication impeccable sous peine de disparaître, la fabrication des conserves de ménage est encore trop souvent imparfaite; or en matière de conserve, comme nous le verrons au cours de l'ouvrage, l'imperfection entraîne les dangers les plus graves.

Ce petit livre est avant tout destiné à faire comprendre la nécessité d'une préparation parfaite des conserves et à indiquer les procédés à appliquer pour arriver à ce but.

La méthode de conservation par le procédé Appert n'est pas la seule étudiée; l'importance prise maintenant par les applications du froid exige que chacun sache aussi ce que l'on peut attendre des possibilités de la réfrigération et de la congélation. Enfin les autres méthodes de conservation sont également étudiées.

Le souci de l'auteur a été de mettre à la disposition de tous (étudiants, agriculteurs, ménagères des villes et des campagnes, etc.) un petit traité de compréhension facile, susceptible d'applications pratiques immédiates. Toutefois il a été jugé nécessaire d'exposer aussi les grands principes indispensables à la connaissance du sujet car il est souvent utile d'avoir quelques notions sur les matériels et méthodes employés à l'époque où la technique prend une importance de plus en plus grande.

Ce livre prend la suite de l'ouvrage de M. Lavoine « Les Conserve Alimentaires » publié dans la même collection dès 1911 : si le texte a dû être assez profondément remanié nous en avons cependant conservé quelques extraits.

Il convient de remercier spécialement ici M. Vautrin directeur général du Centre technique des conserves de produits agricoles qui a notamment apporté à l'auteur une précieuse collaboration pour la partie relative au procédé Appert et à M. Langlet des établissements Langlet Froid à Amiens dont les conseils ont été particulièrement utiles à la mise au point de la partie réservée à l'étude du froid artificiel.

PREMIÈRE PARTIE

CHAPITRE PREMIER

LES PRINCIPES DE LA CONSERVATION DES ALIMENTS

Un organisme animal ou végétal vivant et en bonne santé se défend contre les attaques provenant de l'extérieur, mais dès que les réactions vitales n'entrent plus en jeu, l'autodéfense disparaît et la matière organique ne tarde pas, si elle est abandonnée à elle-même, à subir l'action d'éléments étrangers.

Les denrées alimentaires, qui sont d'origine végétale ou animale, sont donc essentiellement sujettes à des altérations diverses.

Avant d'étudier les causes et les origines de ces altérations il est nécessaire de connaître la constitution et la composition des tissus végétaux et animaux.

CONSTITUTION DES TISSUS VIVANTS

La cellule. — L'élément constitutif de base de tout être vivant est la cellule¹.

Toutefois les virus, qui se comportent comme des êtres vivants, ne paraissent pas présenter cette constitution.

Tout organe, qu'il s'agisse d'une feuille, d'une tige, d'une racine, d'un fruit, d'un muscle, d'un os, etc., est formé par un rassemblement de cellules.

1. Voir : *Botanique agricole*, par E. Chancrin (Encyclopédie des connaissances agricoles). Hachette.

Celles-ci sont différenciées suivant leur nature et leur fonction. En règle générale une cellule, organe microscopique (fig. 1), comprend :

- une enveloppe, *la membrane*;
- une masse interne dans laquelle on trouve :
 - a) le *cytoplasme*, liquide clair plus ou moins visqueux;
 - b) des *vacuoles*, sortes de poches contenant de l'eau et diverses substances;
 - c) le *noyau*, organe plus ou moins sphérique, siège des manifestations vitales et de la multiplication cellulaire

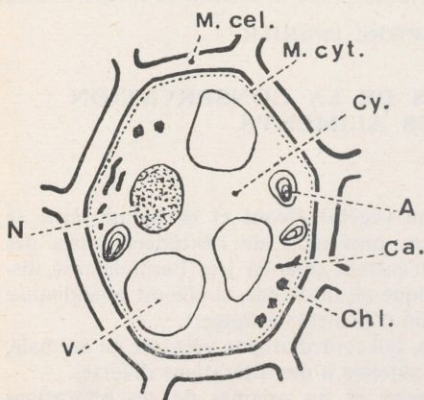


FIG. 1. — UNE CELLULE VÉGÉTALE.

M. cel. Membrane cellulosique. M. cyt. Membrane cytoplasmique. N. Noyau. V. Vacuoles. Cy. Cytoplasme. Chl. Plastes à chlorophylle. Ca. Plastes à caroténoïdes. A. Amidon.

Il y a par ailleurs des différences sensibles entre une cellule végétale et une cellule animale : nous n'en indiquerons que les principales :

— la membrane d'une cellule végétale est constituée de cellulose et de matières pectiques, elle est relativement solide et rigide. La membrane de la cellule animale est très mince et fragile, elle est de nature plasmique.

— les vacuoles souvent importantes dans la cellule végétale sont réduites ou inexistantes dans la cellule animale.

— le cytoplasme des végétaux à chlorophylle contient des *plastes* : certains d'entre eux produisent de la chlorophylle, d'autres de l'amidon, d'autres encore des pigments : caroténoïdes (carotène, xanthophylle, lycopène).

Au point de vue de la conservation des denrées alimentaires, la différence qui peut avoir le plus d'importance entre produit végétal et produit animal réside dans la constitution de la membrane cellulaire : cette membrane mince et peu résistante dans les tissus animaux permet une attaque plus rapide de ces produits par les agents extérieurs.

COMPOSITION DES ALIMENTS

Les éléments chimiques qui entrent dans la constitution de la matière organique animale ou végétale sont très nombreux, mais certains de ceux-ci existent en proportion très élevée¹. Ce sont :

- l'oxygène
- le carbone
- l'hydrogène
- l'azote

Ces quatre éléments forment à eux seuls 95 % de la matière organique. Puis viennent :

- le soufre
- le phosphore
- le chlore
- le calcium
- le magnésium
- le potassium
- le sodium

soit sept éléments qui forment 4,9 % de la matière.

Le reste, soit 0,1 %, est formé par des éléments mineurs ou oligo-éléments tels que silicium, fer, zinc, cuivre, aluminium, etc.

Tous ces éléments simples se trouvent combinés pour constituer des substances de natures diverses. Les plus importantes, du point de vue alimentaire, sont l'eau, les protides, les lipides, les glucides, les vitamines, les sels, les enzymes.

L'eau. — C'est l'eau, composée, rappelons-le, d'hydrogène et d'oxygène, qui forme la plus grande partie du poids de la matière organique vivante, soit à 80 à 90 % en moyenne. Dans les tissus l'eau existe à l'état liquide; elle sert alors de solvant à différentes matières (eau libre). Mais en dehors de cette forme simple on trouve également de l'eau intimement liée à certains corps à la constitution desquels elle est indispensable (eau liée ou eau de constitution).

Il y a encore, dans la matière organique, de l'eau qui imbibe les minuscules particules de certaines matières insolubles mais qui existent sous forme colloïdale (eau d'imbibition).

Coupons une tige d'un végétal avec ses feuilles : si on l'abandonne à elle-même, la tige se fane parce qu'elle perd, notamment par la respiration, une partie de son eau libre. On peut remédier au flétrissement si on ne tarde pas

1. Voir : *Chimie agricole*, par E. Chancrin et J. Guérillot (Encyclopédie des connaissances agricoles). Hachette.

à plonger la tige dans l'eau. Celle-ci peut alors être absorbée par les canaux et rendre à la plante sa turgescence primitive. Les variations de la teneur en eau libre des tissus n'entraînent pas obligatoirement leur mort. Par contre desséchons une plante à fond, le départ de l'eau de constitution entraîne la mort des tissus car ceux-ci sont profondément modifiés quant à leur composition.

La lutte contre l'évaporation constitue une des difficultés de la conservation de produits alimentaires à l'état frais.

Les protides. — Les matières azotées ou protides contiennent toujours : carbone, oxygène, hydrogène, azote et souvent phosphore et soufre : leur teneur en azote est en moyenne de 16 %.

On trouve dans ce groupe des protéines, des acides aminés, des peptides.

Les **protéines**, matières azotées très complexes, sont les constituants principaux de la viande, des œufs, et parmi les végétaux, des graines de légumineuses (pois, haricots, lentilles, fèves). Elles forment donc une importante partie des matières alimentaires.

Les **acides aminés** ne jouent pas un rôle direct d'aliment mais sont cependant indispensables : certains d'entre eux doivent absolument exister dans l'alimentation de l'homme : ce sont l'arginine, l'histidine, l'isoleucine, la leucine, la lysine, la méthionine, la phénylalanine, la thréonine, le tryptophane, la valine.

Les **peptides** qui résultent de la combinaison d'acides aminés ont des propriétés analogues à ces derniers.

Les lipides. — Les lipides ou graisses peuvent être simples et constitués exclusivement de carbone, d'oxygène et d'hydrogène ou complexes et contenir en plus de l'azote et du phosphore. Ce sont les lipides qui constituent la valeur alimentaire des graisses animales, des huiles (graine de colza, olive, arachide, etc.).

Les glucides. — Les glucides sont aussi appelés quelquefois « sucres » car beaucoup de ceux-ci ont une saveur sucrée (exemple le saccharose de la betterave). La plupart des glucides ont une composition ternaire : carbone — oxygène — hydrogène. Ceux qui nous intéressent particulièrement au point de vue alimentaire sont :

a) *des sucres*

- le glucose que l'on trouve dans certains fruits (raisin, cerise, etc...)
- le lévulose qui existe dans les pommes et poires
- le lactose dans le lait
- le saccharose dans la betterave et divers fruits.

b) *des féculents*

— l'amidon, constituant principal du grain des céréales, de la pomme de terre, des graines de légumineuses.

L'amidon se présente au microscope comme des grains de formes et de dimensions variables suivant les espèces végétales (fig. 2).

c) de la cellulose

— la cellulose n'existe que dans les végétaux, elle n'est que partiellement digérée par l'homme et constitue, en proportion convenable dans l'alimentation, un lest nécessaire au bon fonctionnement du tube digestif.

d) des composés pectiques

— la pectine notamment, qui existe dans les fruits et qui donne après solution dans l'eau chaude des gelées après refroidissement.

Les vitamines. — Les vitamines sont indispensables pour assurer une vie physiologique normale et agissent comme régulateurs des fonctions animales.

Elles ne sont cependant nécessaires qu'à de faibles doses de l'ordre du milligramme par jour (voir page 208).

Elles existent normalement dans les denrées alimentaires, soit

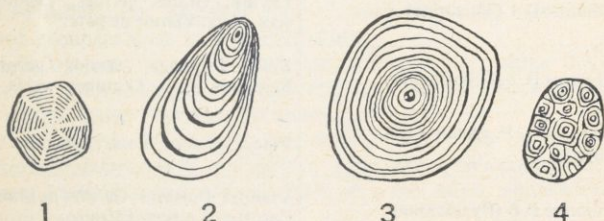


FIG. 2. — FORMES DE GRAINS D'AMIDON (imité de Hirth et Stolkowski).

1. Amidon du maïs. 2. Amidon de la pomme de terre. 3. Amidon du haricot. 4. Amidon du riz.

à l'état de vitamine élaborée soit pour certaines, à l'état de provitamine, qui sont transformées en vitamines par l'organisme lui-même. C'est par exemple le cas du carotène, ou pro-vitamine A, transformé par le foie en vitamine A.

Au cours de la préparation des aliments il y a perte en vitamines :

1° *Par dissolution* dans l'eau de cuisson pour les vitamines solubles dans l'eau (carotène, B, C, PP). Ces pertes sont d'autant plus importantes que le volume d'eau de cuisson est grand et que la cuisson est prolongée. Généralement les pertes par dissolution sont de l'ordre de 10 à 20 %.

2° *Par oxydation*, l'oxydation étant accélérée par la chaleur, pour certaines vitamines sensibles (B, B2, C). Les pertes par oxyda-

TABLEAU I

LES VITAMINES ET LEURS SOURCES

VITAMINES	SOURCES PRINCIPALES
<i>Vitamine A</i> (Axérophthol)	Lait, Beurre, Jaune d'œuf, Foie, Graisses animales.
<i>Pro-vitamine A</i> (Carotène)	Carottes, Épinards, Salades, Tomates, Abricots, Choux.
<i>Vitamine B 1</i> (Thiamine)	Levure, Grains germés, Légumes secs, Noix, Viande de porc.
<i>Vitamine B 2</i> (Riboflavine)	Foie, Fromage, Grains germés, Légumes secs, Légumes verts
<i>Vitamine P. P.</i> (Acide nicotinique)	Foie, Levure, Pois, Amandes.
<i>Vitamine B 6</i> (Pyridoxine)	Viandes, Poissons, Germes de grains, Carottes, Laitues, Citrons.
<i>Acide pantothénique</i>	Foie, Poisson, Pomme de terre
<i>Vitamine C</i> (Acide ascorbique)	Fruits et légumes verts (en particulier citrons, tomates, épinards, persil, cresson...), Fraise, Orange, Estragon, Piments.
<i>Vitamine D</i> (Ergocalciférol)	Produits animaux
<i>Vitamine E</i> (Tocophérol)	Huiles végétales, Grains germés
<i>Vitamine K</i> (Phticol)	Épinards, Chou vert

Les propriétés des vitamines sont étudiées au chapitre XX (Notions d'hygiène alimentaire) page 207.

tion en cours de cuisson sont moins élevées en milieu acide qu'en milieu alcalin. Cette notion a son importance en matière de préparation de conserves par le procédé Appert comme nous le verrons plus loin.

Les sels minéraux. — On trouve aussi dans les tissus des êtres vivants des sels minéraux souvent combinés aux éléments organiques ou dissociés en ions : Calcium — Fer — Potassium — Sodium — Phosphore — Soufre — Fluor — Magnésium, etc.

La plupart des végétaux sont riches en potassium; l'épinard est riche en magnésium; la carotte, le chou-fleur, le cresson et l'épinard sont riches en calcium; la viande, le jaune d'œuf, les amandes sont riches en phosphore; le foie de bœuf est riche en fer et en cuivre de même que les légumes verts.

Les enzymes. — Il existe encore au sein des tissus vivants végétaux ou animaux des substances particulières qui sont capables, à dose infinitésimale, d'accélérer considérablement et peut-être même de provoquer la transformation de certains constituants organiques.

Ces substances, appelées tout d'abord diastases, sont actuellement groupées sous le nom d'enzymes.

Les enzymes sont des protéines qui agissent comme des catalyseurs : par exemple l'orge germée contient une enzyme capable de transformer l'amidon en sucre (glucose).

Les enzymes ne peuvent exercer leur action que dans certaines limites de température et d'acidité. Elles sont généralement détruites quand la température dépasse 100°, et à très basse température leur action est paralysée.

Parmi les enzymes nombreuses qui existent citons particulièrement :

- les **oxydases**, ou **phénolases**, qui oxydent les phénols et provoquent le brunissement des tissus, par exemple le brunissement de la pomme de terre et de la pomme quand on les coupe et qu'on les abandonne à l'air.
- les **pectases** qui coagulent les pectines des fruits (gelées)
- les **protéases** qui décomposent les matières protéiques
- les **amylases** qui transforment les matières amylacées (amidons) en sucres solubles (glucose)
- les **saccharases** qui transforment le saccharose en glucose et en lévulose.

L'action des enzymes est importante en matière de fermentation.

LES ALTÉRATIONS DES ALIMENTS

Entre le moment où un animal destiné à l'alimentation a été sacrifié et le moment où il sera consommé il s'écoule un certain temps pendant lequel la matière organique risque de subir des transformations plus ou moins profondes. Il en est de même entre le moment où un végétal a été récolté et le moment où il sera consommé.

Les transformations que peuvent ainsi subir les denrées alimentaires sont de plusieurs ordres :

1^o Dans un premier stade il y a perte d'eau par évaporation : ceci se traduit chez le végétal par le flétrissement. Le flétrissement est plus rapidement sensible chez les végétaux très riches en eau (épinard par exemple). La seule perte en eau ne constitue pas une

% de PERTES

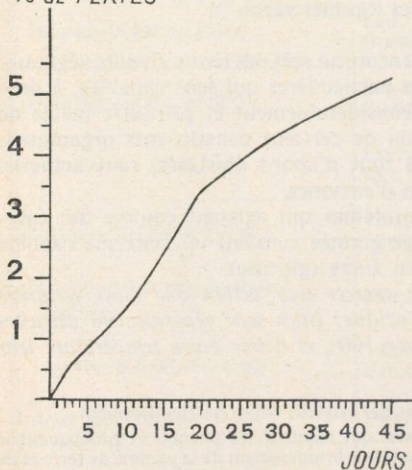


FIG. 3. — PERTE DE POIDS DE TUBERCULES DE POMMES DE TERRE PAR RESPIRATION.

Les tubercules ont été conservés à l'air libre et à la température moyenne de 15,8° du 10 juillet au 24 août.

altération grave, elle contribue surtout à rendre moins présentable le produit et à en diminuer les qualités gustatives : un légume fraîchement cueilli au jardin est plus savoureux qu'un légume fané.

La respiration chez les végétaux encore vivants contribue aussi à une perte de poids (fig. 3).

Pour les viandes, la perte en eau par évaporation est moins rapide : la perte de liquide par écoulement peut être par contre importante quand il s'agit de morceaux débités.

2^o L'action de l'atmosphère ambiante provoque en même temps des modifications d'ordre chimique, nota-

tamment par oxydation ; le rancissement des matières grasses est un exemple de telles modifications. Le goût de « vieux » que l'on constate dans les œufs conservés résulte aussi de transformations d'ordre chimique.

On observe aussi des modifications de couleur, par exemple la viande rouge prend une teinte rouge très foncée. En définitive les altérations dues à des actions chimiques ont surtout pour conséquence des modifications désagréables de goût et de couleur.

3^o Dès que les tissus sont morts, c'est-à-dire très rapidement

après le sacrifice des animaux et après un certain flétrissement chez les végétaux, les réactions d'autodéfense contre les attaques d'organismes extérieurs n'existent plus. Ceux-ci provoquent alors des altérations plus ou moins rapides et plus ou moins profondes.

Des phénomènes identiques se produisent sur des produits non vivants d'origine animale ou végétale (lait, jus de fruit, etc.).

Les causes de ces altérations profondes sont des êtres vivants de taille minuscule : bactéries et champignons.

Il convient de les étudier particulièrement.

4^o Enfin l'action des enzymes intervient au cours des différentes réactions dues au milieu ou à l'action des bactéries, pour accélérer les transformations comme nous l'avons vu plus haut.

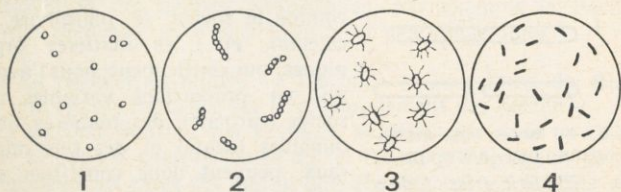


FIG. 4. — DIFFÉRENTES FORMES DE BACTÉRIES.

1. *Micrococcus*. 2. *Streptococcus*. 3. *Bacillus Subtilis*. 4. *Bacille typhique*.

Les bactéries. — Les bactéries — qu'on appelle communément microbes — sont des êtres vivants de taille extrêmement petite et qu'il n'est possible d'apercevoir que par l'intermédiaire d'un appareil grossissant, le microscope. Il semble que les bactéries qui sont constituées d'une seule cellule doivent être considérées comme des végétaux inférieurs.

La forme des bactéries est variable, certaines sont arrondies et isolées ou groupées (coccus) d'autres sont allongées, à extrémités quelquefois renflées, ou ramifiées (bacilles) (fig. 4).

La dimension des bactéries est toujours très réduite, de l'ordre de quelques dixièmes de μ ($1 \mu = 1$ millième de millimètre).

La bactérie peut se reproduire soit par scissiparité, c'est-à-dire simple division en deux, soit par formation de spores (fig. 5).

La reproduction par scissiparité se produit en milieu favorable nous verrons plus loin quelles sont ces conditions. Elle peut alors être très rapide.

La reproduction par spores permet au microbe de se conserver alors que les conditions de son existence sont devenues difficiles.

Il peut se former une endospore : en un point de la cellule qui constitue

le corps du microbe une sorte de concentration des éléments et formation d'une membrane épaisse autour de ce point.

Quand la spore se trouve placée dans des conditions favorables la membrane laisse échapper son contenu qui reprend la forme et la constitution primitive du microbe.

Une autre forme de la sporulation est caractérisée par la constitution d'arthrospores : ici la cellule microbienne grossit et s'entoure d'une épaisse membrane.

Conditions de la vie microbienne. — La vie des bactéries n'est possible que sous certaines conditions.

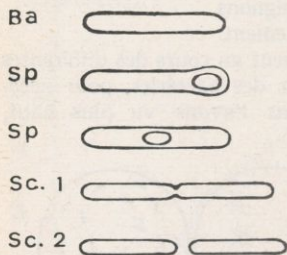


FIG. 5. — MODES DE REPRODUCTION DES BACTÉRIES.

Ba : Bactérie; Sp : deux modes de production de spores; Sc. 1 : reproduction par scissiparité (début); Sc 2 : reproduction par scissiparité (fin).

a) *Milieu nutritif.* — Elles doivent se trouver dans un milieu nutritif c'est-à-dire contenant notamment du carbone, de l'azote et des minéraux comme le soufre, le phosphore, le calcium, etc.; les matières organiques, qui contiennent, nous l'avons vu, en proportions variables des sucres (carbone), des matières albuminoïdes (azote) et des sels minéraux, peuvent donc constituer des milieux favorables à la vie microbienne.

b) *Temperature.* — Les bactéries exigent encore pour leur développement une certaine température, l'optimum de celle-ci se situe en général vers 37° avec cependant des variations assez importantes suivant les espèces.

Généralement les microbes ont leur développement arrêté au-dessous de 5° à 10° ce qui ne signifie pas qu'ils sont tués à ces températures : certaines bactéries résistent à des froids de - 70°.

Quand la température dépasse 42° le microbe se développe moins bien et il est en général tué par une température supérieure à 100°. Nous reviendrons sur ce dernier point particulièrement important en matière de conserve (procédé Appert). Certains microbes peuvent être tués à + 60° alors que certaines espèces prospèrent encore à + 70°.

c) *Humidité.* — Une certaine humidité est également nécessaire à la vie microbienne, la cellule microbienne contient en effet de 70 à 80 % d'eau : la dessiccation attaque directement le microbe en lui enlevant son eau de constitution, mais un microbe à l'état de spore peut résister à une dessiccation prolongée.

d) *Lumière*. — La vive lumière, et notamment la lumière solaire, est capable de tuer les bactéries qui y sont exposées pendant un temps suffisant.

e) *L'oxygène*. — Si tous les microbes ont besoin d'oxygène pour vivre, il en est qui demandent de l'oxygène libre tel l'oxygène de l'air, d'autres qui exigent de l'oxygène combiné chimiquement à d'autres corps.

Les bactéries qui ne peuvent vivre qu'en présence d'oxygène libre — c'est-à-dire, en pratique, d'air — sont dites **aérobies**; celles qui exigent de l'oxygène combiné et ne peuvent pas vivre en présence d'air sont dites **anaérobies**.

Dans chacun de ces groupes nous trouvons des bactéries qui peuvent se signaler plus ou moins dangereusement au cours de la conservation des denrées alimentaires, par exemple le *Bacillus Subtilis* (aérobie), et le *Bacille du botulisme* (anaérobie).

f) *La réaction du milieu*. — L'acidité ou l'alcalinité du milieu ont une grande influence sur le développement des bactéries.

Le *Bacillus Subtilis*, par exemple, se développe dans un milieu dont le pH est compris entre 4,5 et 8,5 mais l'optimum de son développement exige des limites plus étroites, entre 6 et 7,5¹.

Cette propriété de la réaction du milieu est utilisée dans les procédés de conservation comme nous le verrons plus loin.

Les Bactéries des aliments. — On peut rencontrer dans les denrées alimentaires de nombreuses sortes de bactéries, plus ou moins abondantes et plus ou moins dangereuses selon les conditions dans lesquelles les denrées ont été recueillies.

Signalons quelques-unes des bactéries les plus dangereuses quant aux conséquences pour le consommateur telles que *Bacille typhique* et *paratyphique*, *Staphylocoque*, *Bacille botulique*.

D'autres bactéries moins dangereuses n'en provoquent pas moins des altérations qui rendent les produits inconsommables par exemple : *Bacillus subtilis*, *Bacillus perfringens*, *Bacillus putreficus*, etc.

L'action des bactéries sur les denrées alimentaires est généralement connue sous le nom de fermentation.

On peut ainsi observer :

— la fermentation acétique due à l'action du *Bacterium aceti* sur l'alcool qui se transforme en acide acétique.

1. Pour la définition du pH, voir : *Chimie agricole*, par E. Chancrin et J. Guérillot (Encyclopédie des connaissances agricoles). Hachette.

— la **fermentation lactique** qui peut être provoquée par diverses bactéries (*Streptococcus lactis*, *Bacillus coagulans*, etc.) avec production d'acide lactique à partir de caséine ou de lactose.

— la **fermentation butyrique** due également à plusieurs sortes de bactéries (*Clostridium butyricum*) avec formation d'acide butyrique et de produits divers à partir de l'amidon, de sucres et de cellulose.

— la **fermentation ammoniacale** provoquée par un microbe (*Micrococcus ureae*) qui transforme l'urée ou d'autres produits azotés en ammoniacque.

— les **putréfactions** qui sont le résultat de la transformation profonde par

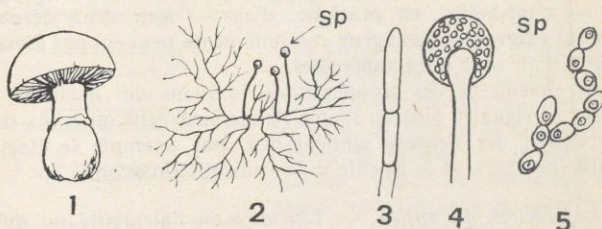


FIG. 6. — CHAMPIGNONS.

1. Un appareil reproducteur massif de champignon : le champignon de couche.
2. L'appareil végétatif du champignon ou mycelium est formé de filaments de taille microscopique. En Sp. l'organe de fructification (champignon de la moisissure *Mucor Mucedo*).
3. Filament très grossi de mycelium.
4. Organe de fructification du *Mucor Mucedo*.
Les Spores enfermées dans le Sporange Sp. seront libérées et disséminées ce qui assure la propagation de la moisissure.
5. Levure de bière (très grossie).

des bactéries, de toutes matières organiques et surtout des matières riches en azote que sont les protides.

Il en résulte la production de gaz dont certains (hydrogène et gaz carbonique) sont inodores et de produits à odeur repoussante tels que l'hydrogène sulfuré, le mercaptan, l'indol, le scatol, etc.

A l'air libre, la décomposition par putréfaction se poursuit et peut se terminer par la disparition totale de la matière organique après passage par le stade ammoniacal.

Les champignons. — Les champignons susceptibles d'altérer les denrées alimentaires sont surtout des levures et des moisissures (fig. 6).

La levure de bière (*saccharomyces cerevisiae*) provoque la fermentation alcoolique des sucres.

On sait qu'un liquide sucré abandonné à lui-même dans une pièce chauffée devient le siège d'un bouillonnement plus ou moins accentué : il se dégage du gaz carbonique et il y a formation d'alcool

au sein du liquide au fur et à mesure que le sucre disparaît : il y a ici fermentation alcoolique due à l'action des levures. Ce sont ces phénomènes qui ont lieu dans la fabrication du vin ou de la bière.

Les levures n'attaquent que les monosaccharides tels que le glucose. Les autres sucres comme le saccharose sont au préalable transformés en monosaccharides par l'action d'une diastase sécrétée par la levure. Il en est de même des hydrates de carbone tels que les amidons.

Les moisissures appartiennent à diverses espèces de champignons, ce sont notamment le *Penicillium glaucum* qui provoque la moisissure verte, les *Mucor* (pain moisi), l'*Aspergillus glaucus* sur les fruits qui pourrissent, etc.

Les moisissures sont détruites à la température de 55° en milieu humide et leurs spores à 65°. Mais en milieu sec il faut une température de 130° pour tuer les spores.

Les toxines. — La formation de produits de décomposition visibles et surtout perceptibles par l'odorat ne sont pas les seules manifestations de l'action microbienne au cours de la décomposition des matières organiques.

Les microbes peuvent en effet sécréter de véritables poisons ou toxines capables de provoquer des effets importants sur un être vivant.

Ainsi, la décomposition des matières animales donne naissance à des poisons qui se comportent comme des alcaloïdes : les *ptomaines* et les *leucomaines*.

Le blanc d'œuf est ainsi susceptible d'altérations extrêmement rapides, surtout s'il est à l'état de blanc en neige, avec formation d'une leucomaïne très dangereuse qui ne possède ni odeur, ni saveur.

Certaines toxines sont détruites par un chauffage même inférieur à 100°, d'autres résistent à 110°.

Le botulisme. — Parmi les toxines qui peuvent prendre naissance dans une conserve alimentaire il faut signaler la plus dangereuse : la toxine botulique sécrétée par le *Bacillus botulinum* ou *Clostridium botulinum*.

Le bacille botulique dont il existe cinq types différents est anaérobie. Il ne peut sécréter sa toxine que s'il dispose d'azote albuminoïde (protides) c'est-à-dire qu'il peut presque toujours trouver à se développer dans une matière alimentaire.

Le bacille est extrêmement résistant à la chaleur car ses spores supportent une température de 100° pendant 6 heures.

Le clostridium botulinum est particulièrement dangereux car

il sécrète une toxine qui constitue un poison très redoutable et dont des doses infinitésimales suffisent à provoquer la mort. Cette toxine, qui se conserve longtemps à l'abri de l'air et de la lumière, est heureusement sensible à l'action de la chaleur et détruite à 80°.

Durant l'incubation le sujet contaminé n'éprouve pas de fièvre, sa respiration et son pouls demeurent normaux. Puis, après quelques heures, voire même quelques jours, l'intoxication du système nerveux central se traduit par la difficulté de déglutition, une sécheresse de la bouche, due à un arrêt des sécrétions, des troubles oculaires enfin très caractéristiques.

Les formes suraiguës ou aiguës du botulisme les plus fréquentes conduisent à la mort dans un délai allant de quelques heures à trois ou quatre jours tandis que les formes chroniques, d'évolution beaucoup plus lente, peuvent guérir; certaines paralysies occasionnées par cette affection sont toutefois très longues à disparaître.

Le bacille du botulisme peut se développer dans les conserves mal préparées : les conserves industrielles soumises à un contrôle rigoureux et à une préparation très surveillée ne sont pratiquement jamais en cause dans les infections.

Par contre les conserves ménagères sont trop souvent préparées sans soins suffisants : pendant la guerre de 1939-45, les restrictions alimentaires rendirent nécessaire la fabrication de conserves ménagères : on observa une recrudescence des accidents provoqués par le botulisme — 1 000 cas furent, en effet, constatés entre 1940 et 1945 contre 3 entre 1936 et 1940.

Il faut dans la préparation des conserves ménagères apporter des soins minutieux et notamment veiller à la propreté initiale des produits à conserver, à l'utilisation de récipients convenables, à une stérilisation suffisante.

Les chapitres suivants donneront toutes indications à cet égard.

Notons enfin que le *Clostridium botulinum* ne se développe pas seulement dans les conserves en boîtes ou en bocaux mais peut exister dans tous les aliments mal conservés et notamment dans la charcuterie et les salaisons.

Toutes les méthodes de conservation doivent donc être appliquées en observant rigoureusement les règles qui les régissent.

MÉTHODES DE CONSERVATION

L'étude des phénomènes qui provoquent les altérations des denrées alimentaires permet d'envisager les méthodes à adopter pour en assurer une bonne conservation.

On pourra ainsi agir :

— *sur la température*, soit en l'élevant jusqu'à 120° dans certains cas de façon à détruire tous les germes qui peuvent exister

dans la masse à conserver : c'est la *stérilisation* (Procédé Appert) — ou encore, pour une conservation de courte durée, à 60° ou 75° : c'est la *pasteurisation*.

— soit en l'abaissant de façon telle que les germes existants, sans être tués, soient totalement paralysés dans leur action : c'est la *réfrigération* et la *congélation*.

— sur l'*humidité*, en enlevant l'humidité et l'eau de constitution du produit ; l'action des germes est entravée : c'est la *dessiccation*.

— sur la *composition du milieu*, en faisant absorber au produit du sel, ou du sucre, ou des antiseptiques à une concentration suffisante on empêche le développement de toute vie microbienne.

— sur la *protection des produits*, en les enveloppant ou en les enrobant d'une matière protectrice.

On est quelquefois amené à combiner plusieurs de ces méthodes entre elles. Les prochains chapitres sont consacrés à l'étude détaillée de chacune de ces méthodes.

PRÉCAUTIONS PRÉLIMINAIRES

Quel que soit le procédé employé, la conservation sera d'autant plus facile que le produit sera moins souillé de germes. Aussi doit-on traiter des substances très fraîches et s'entourer des plus grands soins de propreté. L'air est une source de contamination beaucoup moins importante que les mains, les récipients, les locaux, les machines.

Voici, en résumé, quelles sont les mesures conseillées par l'Institut de la conserve pour diminuer la contamination initiale du produit¹, mesures valables quelle que soit la méthode de conservation mise en œuvre.

Il conviendra de :

— *veiller à la fraîcheur de la matière première* et de réduire au maximum le temps séparant la récolte de la mise en œuvre. Eviter aussi toutes souillures et limiter l'action de la chaleur durant le transport. Les proliférations microbiennes sont, en effet, très rapides.

— *laver, nettoyer, trier et parer soigneusement* tous les aliments à traiter afin d'éliminer les parties des produits pouvant être altérées et constituer des sources de contamination.

1. Institut Appert ou Institut de la conserve — 44, rue d'Alésia, Paris XIV^e, organisme professionnel spécialisé dans l'étude des problèmes posés par l'industrie de la conserve.

— *traiter rapidement* la matière première, toute attente favorisant son enrichissement en germes.

— *opérer dans des conditions d'hygiène aussi parfaites que possible* : propreté des locaux et du matériel utilisé, stricte propreté corporelle des personnes et de leurs vêtements.

— *limiter autant que possible les sources de contaminations diverses*. Certains ingrédients comme le sucre, la farine, les épices sont susceptibles de provoquer une augmentation importante de la contamination initiale en apportant un nombre de germes si élevé que la stérilisation des conserves auxquels ils sont ajoutés peut se trouver compromise de ce seul fait.

Un contrôle bactériologique de ces produits, effectué avant leur utilisation par un laboratoire spécialisé, permet de parer à cette éventualité.

DEUXIÈME PARTIE

LA CONSERVATION PAR LA CHALEUR

CHAPITRE II

LA MÉTHODE APPERT

La méthode Appert est basée sur l'action stérilisante de la chaleur. Mais un produit doit obligatoirement, après stérilisation, rester à l'abri de nouvelles contaminations possibles si on veut en assurer la bonne conservation.

C'est pourquoi la méthode Appert prévoit :

- 1° le conditionnement du produit dans un récipient étanche;
- 2° le traitement à une chaleur suffisante pour assurer la destruction totale des enzymes et des micro-organismes ainsi que des toxines qu'ils ont déjà pu sécréter.

PRINCIPES DE LA STÉRILISATION PAR LA CHALEUR

Pour élever la température des récipients dans lesquels sont enfermés les produits à conserver, ceux-ci sont soit plongés dans une masse d'eau soumise à une source de chaleur, soit placés dans de la vapeur chaude.

On sait que l'eau pure bout à l'air libre à une température de 100° et ne peut dépasser cette température quand la pression atmosphérique est de 760 mm de mercure (pression ordinaire au niveau de la mer).

Si la pression diminue (baisse barométrique) l'eau bout à une température un peu inférieure à 100°, et inversement elle bout à une température supérieure si la pression augmente.

Lorsque d'une manière artificielle on augmente la pression, l'eau peut dépasser notablement la température de 100°. C'est ce principe qui est appliqué avec l'autoclave dans la préparation industrielle des conserves, et quelquefois dans la préparation familiale.

D'autre part une solution saline bout à l'air libre à une température supérieure à la température d'ébullition de l'eau pure. La température atteinte dépend de la nature du sel employé et de sa concentration.

On peut donc envisager la stérilisation des conserves par trois méthodes :

- à l'air libre à 100° dans l'eau pure;
- à l'air libre à un peu plus de 100° dans l'eau chargée d'un sel;
- sous pression dans l'eau ou dans la vapeur à une température qui peut dépasser de beaucoup 100°.

Stérilisation à l'air libre à 100°. — Les vases à conserves, bocaux ou boîtes sont soumis à la température de l'eau bouillante dans un bain-marie.

La stérilisation à 100°, quoique généralement efficace, comporte des risques. Si la conserve renferme des spores particulièrement résistantes, celles-ci ne seront pas détruites et s'y développeront quand les conditions de température seront favorables.

Nous avons vu que si la pression atmosphérique s'abaisse au-dessous de 760 mm de mercure la température d'ébullition n'atteint pas 100° : en conséquence la stérilisation risque de ne pas être suffisante.

En altitude, ce risque est encore plus grand : il suffit d'une altitude de 200 à 250 m seulement pour que la température d'ébullition ne soit que d'environ 99° quand la pression est de 760 mm à l'altitude 0. *La lecture d'un bon baromètre bien réglé peut donc être utile (voir tableau ci-dessous), mais il est plus certain de vérifier la température d'ébullition de l'eau avec un très bon thermomètre : dans le cas d'une température insuffisante on pourra ajouter du sel à l'eau comme il est indiqué plus loin.*

TABLEAU II

TEMPÉRATURE D'ÉBULLITION DE L'EAU PURE EN FONCTION DE LA PRESSION ATMOSPHÉRIQUE

PRESSIONS EN MILLIMÈTRES DE MERCURE	707 — 720 — 733,2 — 746,5 — 760 — 773,7 — 787,7
TEMPÉRATURES EN DEGRÉS CENTIGRADES	98 — 98,5 — 99 — 99,5 — 100 — 100,5 — 101

On peut pour plus de sûreté dans la préparation des conserves ménagères en bocaux de verre, stériliser deux fois à 24 heures d'intervalle : cette méthode est à conseiller spécialement pour les conserves de viande.

BIBLIOTHEQUE NATIONALE DE FRANCE



3 7531 05257624 7

Imprimé en France.

Participant d'une démarche de transmission de fictions ou de savoirs rendus difficiles d'accès par le temps, cette édition numérique redonne vie à une œuvre existant jusqu'alors uniquement sur un support imprimé, conformément à la loi n° 2012-287 du 1^{er} mars 2012 relative à l'exploitation des Livres Indisponibles du XX^e siècle.

Cette édition numérique a été réalisée à partir d'un support physique parfois ancien conservé au sein des collections de la Bibliothèque nationale de France, notamment au titre du dépôt légal. Elle peut donc reproduire, au-delà du texte lui-même, des éléments propres à l'exemplaire qui a servi à la numérisation.

Cette édition numérique a été fabriquée par la société FeniXX au format PDF.

La couverture reproduit celle du livre original conservé au sein des collections de la Bibliothèque nationale de France, notamment au titre du dépôt légal.

*

La société FeniXX diffuse cette édition numérique en accord avec l'éditeur du livre original, qui dispose d'une licence exclusive confiée par la Sofia – Société Française des Intérêts des Auteurs de l'Écrit – dans le cadre de la loi n° 2012-287 du 1^{er} mars 2012.

Avec le soutien du

